

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

EXPRESS MAIL NO. EV351235082US

Applicant : Masayuki Kuwabara
Application No. : N/A
Filed : October 22, 2003
Title : PATTERN INSPECTION METHOD AND INSPECTION APPARATUS

Grp./Div. : N/A
Examiner : N/A

Docket No. : 51282/DBP/A400

**LETTER FORWARDING CERTIFIED
PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

PostOffice Box 7068
Pasadena, CA 91109-7068
October 22, 2003

Commissioner:

Enclosed is a certified copy of Japanese patent Application No. 2002-308169, which was filed on October 23, 2002, the priority of which is claimed in the above-identified application.

Respectfully submitted,

CHRISTIE, PARKER & HALE, LLP

By D. Bruce Prout
D. Bruce Prout
Reg. No. 20,958
626/795-9900

DBP/aam

Enclosure: Certified copy of patent application

AAM PAS532807.1-*10/22/03 1:13 PM



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 3 日
Date of Application:

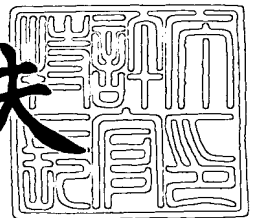
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 8 1 6 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 8 1 6 9]

出 願 人 株式会社東京精密
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 2 7 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 1024826

【提出日】 平成14年10月23日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明の名称】 パターン検査方法及び検査装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 6 9 8 番 2 号 株式会社アクレ
ーテク・マイクロテクノロジー内

【氏名】 桑原 雅之

【特許出願人】

【識別番号】 000151494

【氏名又は名称】 株式会社東京精密

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100100871

【弁理士】

【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0008990

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン検査方法及び検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 縦方向又は横方向に伸びるラインが所定のピッチで繰り返されるライン部分を有する同一パターン同士を比較して不一致部を欠陥と判定するパターン検査方法であって、

前記パターンの画像を捕らえてグレイレベルデータを生成し、

比較するパターンの対応する画素の前記グレイレベルデータの差を算出して差データを生成し、

前記ライン部分の所定範囲について、前記ラインが伸びる方向の画素列毎の前記グレイレベルデータの平均レベルを算出して平均グレイレベルデータを生成し、

前記平均グレイレベルデータを統計処理して各画素列の属する領域の種類を決定し、

前記領域の種類及び画素列毎の前記差データの統計処理結果に応じて領域毎に閾値を決定し、

各領域の前記差データを前記閾値と比較し、前記閾値より大きい部分を欠陥と判定することを特徴とするパターン検査方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のパターン検査方法であって、

前記ラインが伸びる方向と前記ライン部分の所定範囲は、検査対象のパターンのデータから設定されるパターン検査方法。

【請求項 3】 縦方向又は横方向に伸びるラインが所定のピッチで繰り返されるライン部分を有する同一パターン同士を比較して不一致部を欠陥と判定するパターン検査装置であって、

前記パターンの多値画像を生成する画像生成装置と、

比較する 2 つのパターンの差を算出して差データを生成する差データ生成回路と、

前記ライン部分の所定範囲について、前記ラインが伸びる方向の画素列毎の前記グレイレベルデータの平均レベルを算出して平均グレイレベルデータを生成す

る平均グレイレベル生成部と、

前記平均グレイレベルデータを統計処理して各画素列の属する領域の種類を決定する領域種類決定部と、

前記領域の種類及び画素列毎の前記差データの統計処理結果に応じて領域毎に閾値を決定する閾値決定部と、

各領域の前記差データを前記閾値と比較し、前記閾値より大きい部分を欠陥と判定する判定部とを備えることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のパターン検査装置であって、

前記ラインが伸びる方向と前記ライン部分の所定範囲を設定する条件設定手段を備えるパターン検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、本来同一パターンであるべきパターン同士を比較して不一致部を欠陥として判定することにより、パターンの欠陥を検出するパターン検査方法及び検査装置に関し、特に半導体ウエハ、フォトマスク、液晶表示パネルなどにおいて頻繁に出現する縦方向又は横方向に伸びるラインが所定のピッチで繰り返されるライン部分を有するパターンの欠陥検出のための検査方法及び検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体ウエハ、半導体メモリ用フォトマスク、液晶表示パネルなどにおいては、所定のパターンが繰り返し形成される。そこで、このパターンの光学像を捕らえ、隣接するパターン同士を比較することによりパターンの欠陥を検出することが行われている。比較の結果、2つのパターン間に差異がなければ欠陥のないパターンであり、差異があればいずれか一方のパターンに欠陥が存在すると判定する。このような装置を一般に外観検査装置と呼んでいるので、ここでもこの語を使用する。また、以下の説明では、半導体ウエハ上に形成されたパターンの欠陥を検査する半導体ウエハ用外観検査装置を例として説明する。しかし、本発明はこ

れに限定されるものではなく、半導体メモリ用フォトマスクや液晶表示パネルなどの外観検査装置にも適用可能であり、更に本来同一であるべきパターン同士を比較して欠陥を検査する構成であれば、どのようなものにも適用可能である。

【0003】

半導体装置の製造は非常に多数の工程からなっており、最終及び途中の工程での欠陥の発生具合を検査して製造工程にフィードバックすることが歩留まり向上の上からも重要であり、このような欠陥を検出するために外観検査装置が広く使用されている。図1は、半導体ウエハ用外観検査装置の概略構成を示す図である。半導体ウエハ用外観検査装置は、図1に示すように、半導体ウエハの表面の画像信号を生成する画像生成部1と、画像信号をデジタル変換して同一パターン同士を比較して欠陥の可能性がある部分（欠陥候補）を検出する欠陥候補検出部2と、欠陥候補を解析して歩留まりに影響する致命的な欠陥（キラー欠陥）であるか、無視することができる非キラー欠陥であるかを分類する自動欠陥分類部（Automatic Defect Classification:ADC）3で構成される。

【0004】

画像生成部1は、半導体ウエハ19を保持するステージ18と、半導体ウエハ19の表面画像を生成する光学系11と、制御ユニット20とを有する。光学系11は、光源12と、光源12からの照明光を収束する照明用レンズ13と14と、照明光を反射するビームスプリッタ15と、照明光を半導体ウエハ19の表面に照射すると共に半導体ウエハ19の表面の光学像を投影する対物レンズ16と、投影された半導体ウエハ19の表面の光学像を電気的な画像信号に変換する撮像装置17とを有する。撮像装置17としては、2次元CCD素子を使用したTVカメラなどを使用することも可能であるが、高精細の画像信号を得るため1次元CCDなどのラインセンサを使用し、ステージ18により半導体ウエハ19を相対移動して（走査して）画像を捕らえることが多い。従って、半導体ウエハ19をパターンの繰返し配列方向に移動しながらラインセンサで光学像を捕らえると、所定の周期でパターンの同一部分の画像信号が生成されることになる。画像生成部11の構成については広く知られているので、ここではこれ以上の説明を省略する。

【0005】

欠陥候補検出部 2 は、撮像装置 17 から出力された画像信号を多値のデジタル画像データに変換するアナログーデジタル変換器 (A/D) 21 と、デジタル画像データを処理してパターンの同一部分を比較し、欠陥候補を検出する欠陥検出処理回路 22 とを有する。欠陥候補検出部 2 における処理については、後述する。

【0006】

A/D 3 は、欠陥候補検出部 2 から報告された欠陥候補の部分のデジタル画像データを解析して欠陥候補を分類する。

【0007】

次に欠陥検出処理回路 22 における処理について更に説明する。上記のように半導体ウエハ上には複数の半導体チップ (ダイ) が規則的に配列されるように形成される。各ダイのパターンは同一のマスクパターンを露光したもので同じである。従って、図 2 の (A) に示すように、ダイの配列ピッチで同じパターンが繰り返されるので、隣接したダイの同じ部分を比較する。このような比較をダイーダイ比較と呼ぶ。欠陥のない場合にはパターンが一致するが、欠陥がある場合には比較結果に差異が生じる。しかし、差異が生じた場合、1 回の比較では比較した 2 つのダイのどちらに欠陥が存在するか判定できない。そこで、図 2 の (A) に示すように、各ダイについて両側のダイと 2 回の比較を行い、2 回の比較で差異が生じなかった部分は欠陥がなく、2 回の比較とも差異が生じた部分は欠陥であると判定する。このような 2 回比較による判定方法をダブルディテクションと呼んでいる。なお、1 回だけの比較による判定をシングルディテクションと呼んでいる。いずれにしろ、このような隣接するパターンと比較する欠陥判定方法は、欠陥の発生頻度は比較的小さく、比較するパターンの同一部分に同時に欠陥が発生することはほとんどないという前提に基づいており、実際の製造工程で半導体ウエハ上に形成するパターンにおける致命的な欠陥の発生頻度は小さく、このような前提でも特に問題は生じない。

【0008】

上記のように、ラインセンサ 17 を有する光学系 11 で半導体ウエハ 19 を走

査しており、走査幅に相当する画像データが走査時間に従って順次生成される。従って、ダブルディテクションを行う場合には、図2の(A)に示すように、ダイAの画像を1繰返し周期遅延させてダイBの画像と順次比較し、同様にダイBの画像を1繰返し周期遅延させてダイCの画像と順次比較し、ダイBのダブルディテクション処理が終了する。これをダイC, D, ...という具合に繰り返してすべてのダイについてダブルディテクション処理を行う。最初のダイAは1回だけのシングルディテクション処理であるが、ダイBについては欠陥が検出されており、ダイAのダイBとの不一致部分が欠陥であるかは判明するのでシングルディテクション処理でもよいが、更に別のダイと比較してもよい。2回比較の済んだダイの画像データは順次消去することが可能であり、メモリの消去した部分に次のダイの画像データを記憶するようにすれば、メモリは1ダイ分の画像データを記憶できる容量があればよい。すなわち、この場合のメモリは、画像データを1繰返し周期分遅延させる遅延メモリとして動作する。なお、1枚の半導体ウエハの全ダイの画像データを記憶できる容量のメモリを設けてもよい。その場合にはメモリの容量が膨大になるが、ADC3で欠陥部分を解析するときに再度半導体ウエハを走査して画像データを生成する必要がある。

【0009】

半導体メモリのメモリセルの配列部分では、セルと呼ばれる単位パターンが所定の周期で繰返し配列される。そのような部分ではセル間で比較を行うことも可能であり、セルーセル比較と呼ばれる。図2の(B)はセルーセル比較を示す図であり、セルP-Sをダイーダイ比較の場合と同様に順次隣接するセル間でダブルディテクション処理を行う。

【0010】

図3は、欠陥候補検出部2の構成を示すブロック図である。図示のように、欠陥候補検出部2は、デジタル化された多値（グレイレベル）画像データ100を順次出力するA/D21と、グレイレベルデータを1繰返し周期（ダイーダイ比較の場合はダイ配列ピッチ、セルーセル比較の場合はセル配列ピッチ）に相当する時間遅延させる1周期遅延メモリ23と、A/D21の出力するグレイレベルデータと1周期遅延メモリ23の出力する遅延グレイレベルデータ、すなわち隣

接する対応部分の2つのグレイレベルデータの差である差データを算出する差演算部24と、差データをしきい値と比較してしきい値より大きな場合に欠陥候補と判定する判定部25と、しきい値を設定するしきい値設定部26とを有する。以上の構成によりシングルディテクションが行える。図示の欠陥候補検出部2は、判定部25の出力を1周期遅延させる1周期遅延メモリ27と、判定部25の出力と1周期遅延メモリ27の出力の論理和（AND）を算出するAND処理部28とを有し、この部分によりダブルディテクションが行われることになる。

【0011】

ダブルディテクション処理は、画像データの生成に同期して行う必要があり、非常に高速な処理能力が必要である。このような処理を行う回路は、遅延メモリと比較回路を組み合わせた構成で実現できるが、比較位置を合わせたり、繰返し周期を可変にするのが難しいので、通常はパイプライン処理データプロセッサとワーキングメモリを組み合わせた構成で実現される。

【0012】

半導体ウエハ用外観検査装置としては、差異がある部分は漏らさず検出することが重要であり、上記のように2つの画像の差が所定のしきい値を越えた部分は欠陥として認識するように作られている。そのため、設定したしきい値によって欠陥候補と判定される部分の個数が大きく変化する。上記のように、欠陥候補と判定された部分はADC3に報告され、再度半導体装置の歩留まりに影響する致命的な欠陥（キラー欠陥）であるかが解析されるが、この部分はパイプライン処理することが難しく、1つの部分の解析にかなりの時間を必要とするため、欠陥候補の個数が増大するとその分解析に要する時間が増大し、スループットを低下させるという問題を発生する。そのため、ダブルディテクション回路22は、キラー欠陥は漏れなく欠陥候補として検出するが、キラー欠陥でない部分ではできるだけ欠陥候補として検出しないことが望ましい。

【0013】

しかし、2つの画像の差が大きい部分がかならずしもキラー欠陥とは限らないため、しきい値の設定だけではこの要求を満たすのが難しいという問題がある。例えば、半導体装置のメタル工程においては、ユーザが検出したいキラー欠陥は

パターン間のショートなどであり、メタルグレインなどの非キラー欠陥は欠陥候補から除くことが望ましい。しかし、一般的には、パターン間のショート部分で生じるグレイレベルの差よりも、メタルグレインにより生じるグレイレベルの差の方が圧倒的に大きくなってしまう場合が多い。そのため、メタルグレインが完全に欠陥候補として検出されないようしきい値を設定すると、本来検出する必要のあるパターン間のショートがほとんど検出できないことになる。そこで、パターン間のショートが確実に検出できるしきい値を設定して、一旦ショートとメタルグレインを含めて欠陥候補として検出し、A D C 3 がキラー欠陥であるか分類している。

【 0 0 1 4 】

従来はA D C 3 が設けられておらず、この分類作業は外観検査装置を使用したりあるいはレビューステーションと呼ばれる別の装置を使用して、各欠陥候補を再度顕微鏡下に移動して目視により分類していたため、メタルグレインが多数発生していた場合には、分類のために膨大な時間が必要であった。近年、A D C 3 を設けてこの分類作業を自動化することが徐々に行われている段階であるが、自動化するためには検出された欠陥候補が含まれるダイの画像と、その比較に用いられた少なくとも一方のダイの画像が必要であり、それらを再度取得してA D C 3 に送り、欠陥候補の再検出を行った上で、欠陥分類処理を行う必要がある。なお、上記のように、1 枚の半導体ウエハの全ダイの画像データを記憶できる大容量のメモリを設ければ、A D C 3 で欠陥部分を解析するときに再度半導体ウエハの画像データを取得する必要はないが、全ダイの画像データを記憶できメモリ容量は膨大であり、非常なコスト増になるという問題がある。

【 0 0 1 5 】

上記のように、ダブルディテクション回路は高いスループットを実現するために、例えば1 G 画素／秒というような高速で比較処理を行っており、外観検査装置でこの部分の占めるコストの割合はかなり大きい。従って、装置コストとスループットはトレードオフの関係にあり、各種の要因を考慮してダブルディテクション回路（パイプライン処理データプロセッサとメモリ）の処理性能を設定していた。そのため、例えば、単位処理画像当りに報告可能な欠陥候補数の上限が設

定されており、検出された欠陥候補の個数がこの上限を超えてしまった場合には、単位処理画像中に1つの大きな欠陥が存在するものと報告するようにしていた。このように、検出されたすべての欠陥候補に関係する2つの画像データを自動欠陥分類装置(ADC)に送り、更にADC内ですべての欠陥候補について再度欠陥候補を検出して分類を行うには膨大なコストや処理時間を要するという問題があった。

【0016】

ここで、半導体メモリのメタル配線層の画像を明視野顕微鏡で捕らえた場合を例として本発明の原理を詳しく説明する。半導体メモリのメモリセルアレイの部分に相当するメタル配線層は、1方向に伸びるラインが所定の周期で繰り返されるパターンを有する。ここでは、このような部分をライン部分と称する。図4の(A)は、半導体メモリのメタル層のライン部分のパターン例であり、図4の(B)はそれを明視野顕微鏡で捕らえた場合のグレイレベル画像を示す。

【0017】

図4の(A)に示すように、メタル配線51と配線間のスペース52が所定の間隔で配置されている。参照番号53はキラー欠陥のパターンショットであり、参照番号54は非キラー欠陥の大きなメタルグレインであり、参照番号55は非キラー欠陥の小さなメタルグレインである。図4の(B)に示すように、メタル配線51の部分は反射率が高くグレイレベルが200であり、スペース52は反射率が低くグレイレベルが30である。パターンショットによる欠陥が存在する部分は必ずスペース部にあたるため、比較の対象となる正常な参照(reference)部のグレイレベルと比較すると、パターンショット部のグレイレベルの方が高くなっている。具体的には、参照部であるスペース部のグレイレベルが30であるのに対して、パターンショット部のグレイレベルは60である。

【0018】

メタルグレインの断面構造は、一般に図5のようになっており、対物レンズを通して入射される照明光はグレイン上で散乱されるためグレイレベルが低くなる。つまり、参照部であるグレインのない正常なメタル配線部のグレイレベルと比較すると、グレイン部のグレイレベルの方が低くなっている。具体的には、参照

部であるメタル配線部のグレイレベルが 2 0 0 であるのに対して、大きなグレイン部 5 4 のグレイレベル 6 0 はであり、小さなグレイン部 5 5 のグレイレベル 1 5 0 はである。

【 0 0 1 9 】

この例では、従来のようなサ画像の絶対値と単一しきい値を比較する判定方法では、メタル配線間のパターンショットを検出しながら、且つメタル配線上のグレインを非検出とすることはできない。なぜならば、パターンショット部と正常なスペース部のグレイレベルの差は 3 0 しかないが、小さなグレイン部のグレイレベル差は 5 0 であるからである。すなわち、閾値の設定が大きな問題になる。

【 0 0 2 0 】

そこで、閾値を決定する各種の方法が提案されている。例えば、特開平 4 - 1 0 7 9 4 6 号公報は、パターンの複数の部分でグレイレベル差を算出し、その統計量に基づいて閾値を決定する方法を開示している。特許第 2 9 9 6 2 6 3 号は、グレイレベル差と頻度の関係から近似曲線を求め、この近似曲線がゼロとなるグレイレベル差を最適閾値とする方法を開示している。特開 2 0 0 2 - 2 2 4 2 1 号公報は、標準偏差によるエラー確率変換を行う方法を開示している。

【 0 0 2 1 】

更に、特開 2 0 0 0 - 1 7 1 4 0 4 号公報は、細長いフィルタを使用してフィルタ内の平均グレイレベルとグレイレベルの変化範囲を算出し、それによりラインパターンの伸びる方向を検出すると共に、各画素をグループ分けして最適なしきい値を設定するパターン検査方法及び装置を開示している。

【 0 0 2 2 】

【特許文献 1】

特開平 4 - 1 0 7 9 4 6 号公報（全文）

【特許文献 2】

特許第 2 9 9 6 2 6 3 号（全文）

【特許文献 3】

特開 2 0 0 2 - 2 2 4 2 1 号公報（全文）

【特許文献 4】

特開 2 0 0 0 - 1 7 1 4 0 4 号公報（全文）

【0 0 2 3】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、半導体メモリ素子のメモリセルアレイのメタル配線層はライン部分を有し、このライン部分は非常に小さなピッチでメタル配線ラインが繰り返されるため欠陥が発生しやすい上、グレインも発生する。そのため、ライン部分に限定してでも、ライン部分のキラー欠陥を高感度に且つ非キラー欠陥を検出することなく検出できる簡単な構成で処理速度の速いパターン検査方法及び検査装置が望まれている。

【0 0 2 4】

本発明は、ライン部分に限定されるが、キラー欠陥は欠陥候補として検出するが、欠陥候補として検出される非キラー欠陥の個数は大幅に低減できるパターン検査方法及び検査装置を簡単な構成で実現することを目的とする。

【0 0 2 5】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を実現するため、本発明のパターン検査方法及び検査装置は、ライン部分については、ラインが伸びる方向の画素列毎のグレイレベルデータの平均レベルを算出して各画素列の領域の種類を分類し、その種類及び画素列毎の差データの統計処理結果に応じて領域毎にしきい値を決定し、そのしきい値に基づいて差データを判定することを特徴とする。

【0 0 2 6】

すなわち、本発明のパターン検査方法及び検査装置は、縦方向又は横方向に伸びるラインが所定のピッチで繰り返されるライン部分を有する同一パターン同士を比較して不一致部を欠陥と判定するパターン検査方法及び装置であって、前記パターンの画像を捕らえてグレイレベルデータを生成し、比較するパターンの対応する画素の前記グレイレベルデータの差を算出して差データを生成し、前記ライン部分の所定範囲について、前記ラインが伸びる方向の画素列毎の前記グレイレベルデータの平均レベルを算出して平均グレイレベルデータを生成し、前記平均グレイレベルデータを統計処理して各画素列の属する領域の種類を決定し、前

記領域の種類及び画素列毎の前記差データの統計処理結果に応じて領域毎に閾値を決定し、各領域の前記差データを前記閾値と比較し、前記閾値より大きい部分を欠陥と判定することを特徴とする。

【0027】

ラインが伸びる方向とライン部分の所定範囲は、検査対象のパターンのデータから決定されて設定される。この決定は、マニュアルで行っても、検査対象のパターンのデータを自動的に解析して行う手段を設けてもよい。

【0028】

本発明は、ライン部分に限定されるが、各画素（画素列）の領域の種類を簡単な構成で確実に分類することが可能であり、分類に応じて適切なしきい値を設定できるので、キラー欠陥を欠陥候補として確実に検出し、欠陥候補として検出される非キラー欠陥（グレイン）を大幅に低減できる。

【0029】

【発明の実施の形態】

図6は、本発明の実施例の半導体ウエハ用外観検査装置の欠陥候補検出部2の構成を示すブロック図である。他の部分は、図1の従来例と同じである。なお、ここでは1方向に伸びるラインが繰り返されるライン部を有するパターンを有する半導体メモリ用ウエハを対象とする。半導体メモリでは、このようなライン部はメモリセル部に相当し、1チップ（ダイ）内にメモリセル部が配列されており、これらをセルーセル比較して欠陥を検出するものとする。しかし、本発明はこれに限定されず、ライン部を有するパターンであれば適用可能であり、ダイーダイ比較を行う場合でも適用できる。また、ライン部以外の部分については、従来と同様の欠陥検出処理が適用される。

【0030】

図示のように、本実施例の欠陥候補検出部は、しきい値設定部31の構成が異なり、ライン部範囲・ライン方向検出部32が設けられている点が、図3に示した従来の欠陥候補検出部と異なる。

【0031】

ライン部範囲・ライン方向検出部32は、検査対象のパターンデータを解析し

てライン部の範囲及びライン方向を求め、その情報をしきい値設定部 31 に送る。なお、ライン部範囲・ライン方向検出部 32 を設けずに、操作者がパターンデータを解析してライン部範囲・ライン方向を決定してしきい値設定部 31 に入力することも可能である。

【0032】

図 7 は、本実施例の欠陥候補検出部における処理を示すフローチャートである。

【0033】

ステップ 101 では、ライン部範囲・ライン方向検出部 32 によりライン部の範囲及びライン方向が設定される。なお、実施例の半導体ウエハ用外観検査装置は、高精度の位置・方向合わせ機構がステージ 18 設けられており、半導体メモリのパターンのラインの方向と画素列の方向は正確に一致するように調整されるものとする。

【0034】

ライン部の画像として、図 8 の (A) に示すような明るいライン 61 と暗いライン 62 が交互に所定のピッチで配列された画像が得られたとする。ここで、本実施例では、撮像装置 17 として TDI (Time Delay Integrated) センサが使用され、走査方向に 1000 画素、TDI 方向に 128 画素の画像が 1 論理フレームであるとし、1 論理フレームの画像を対象として処理を行うものとする。セル部の大きさがこの 1 論理フレームより大きければ、1 論理フレームがライン部として設定され、セル部の大きさがこの 1 論理フレームより小さければ、セル部がライン部として設定される。ただし、セル部が大きい場合には、1 論理フレームをつなぎ合わせて大きなライン部とすることも可能である。

【0035】

ステップ 102 では、しきい値設定部 31 が、ライン部範囲について、ラインの伸びる方向の画素列毎に、グレイレベルの平均を算出する。グレイレベル平均は、図 8 の (A) に示すような画像であれば、たとえグレインやショート欠陥があっても平均化されるので、図 8 の (B) のように変化する。ここで、グレイレベル平均を算出する場合に、ライン部が十分に大きければ、ライン部の長さに対

応する画素列のすべての画素のグレイレベルの平均を算出せずに、一部をサンプリングしてグレイレベル平均を算出しても大きな誤差は生じない。目安として、例えば、20画素程度をサンプリングすればよい。なお、ライン部が小さく、この画素数に達しない場合には、ラインが伸びる方向に隣接する論理フレームのデータを流用したり、従来と同じ処理を適用すればよい。

【0036】

ステップ103では、しきい値設定部31が、グレイレベル平均のヒストグラムを作成する。図9は、このヒストグラムの例であり、暗い方（平均グレイレベルの小さい方）から所定の密度（画素数）Dになる点を探し、その部分で暗領域と明領域に分ける。所定の密度Dは、ライン部分の配線ライン（明領域）とその間の部分（暗領域）の比率で決定され、例えば、配線ラインの幅が繰返しピッチの半分であれば、所定の密度Dは50%であり、配線ラインの幅が繰返しピッチの30%であれば、所定の密度Dは70%である。

【0037】

次に、ヒストグラムから領域の種類に分ける。例えば、明領域と暗領域の2つの領域に分けるのであれば、上記の所定の密度Dを境にして2つの領域に分ける。画素ピッチとラインのピッチが一致していない場合には、中間のグレイレベルの画素が存在するので、その場合には明領域と暗領域の間に中間領域を設けて3個以上の領域に分けることが望ましい。

【0038】

ステップ101から103の処理は、比較する2つの画像の一方のみについて行なえばよいが、2つの画像について行ってもよい。その場合でも、比較する2つの画像の位置合わせ及び補正が正確に行われるので、実際には2つの画像についてほぼ同じ結果が得られる。

【0039】

ステップ104では、差演算部24が、比較する2つの画素の差を算出してグレイレベル差（差画像）を算出する。この処理は、上記のステップ101から103の処理と並行して行えばよい。

【0040】

ステップ105では、ステップ103で決定した領域毎に、領域に属する画素列の画素のグレイレベル差を統計処理した結果から、領域毎のしきい値を決定する。しきい値の決定方法には各種の方法があり得る。例えば、領域毎に平均グレイレベル差の所定の割合をしきい値としたり、領域毎にグレイレベル差のヒストグラムを作成してしきい値を決定する。

【0041】

なお、ステップ105を行わず、領域毎に固定のしきい値を設定することも可能である。

【0042】

ステップ106では、各領域の画素のグレイレベル差を、上記のようにして決定した各領域のしきい値と比較して、しきい値以上の場合に欠陥候補と判定する。

【0043】

一般的には、メタル配線のラインはグレイレベルが大きく明領域に分離され、その間の部分は暗領域に分類されるので、明領域のしきい値を暗領域のしきい値より十分に大きくすれば、非キラー欠陥であるメタル配線のグレインは欠陥候補としては検出されず、キラー欠陥であるメタル配線の間のショートは欠陥候補としては検出されることになる。

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ラインが繰り返すライン部分に限定されるが、画像の各画素を簡単に領域に分類して領域毎に適切なしきい値を設定でき、キラー欠陥は欠陥候補として検出するが、欠陥候補として検出される非キラー欠陥の個数は大幅に低減できるパターン検査方法及び検査装置を簡単な構成で実現できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

半導体ウエハ用外観検査装置の概略構成を示す図である。

【図2】

半導体ウエハ用外観検査装置におけるダイダイ比較とセルーセル比較を説明する図である。

【図 3】

従来の半導体ウエハ用外観検査装置における欠陥検出処理回路の構成を示すブロック図である。

【図 4】

半導体装置のメタル配線層を例として本発明の原理を説明する図である。

【図 5】

メタルグレインによる反射率の低下を説明する図である。

【図 6】

本発明の実施例の半導体ウエハ用外観検査装置における欠陥検出処理回路の構成を示すブロック図である。

【図 7】

実施例における欠陥候補検出処理を示すフローチャートである。

【図 8】

実施例における画像例と平均グレイレベルの変化を説明する図である。

【図 9】

平均グレイレベルのヒストグラムの例を示す図である。

【符号の説明】

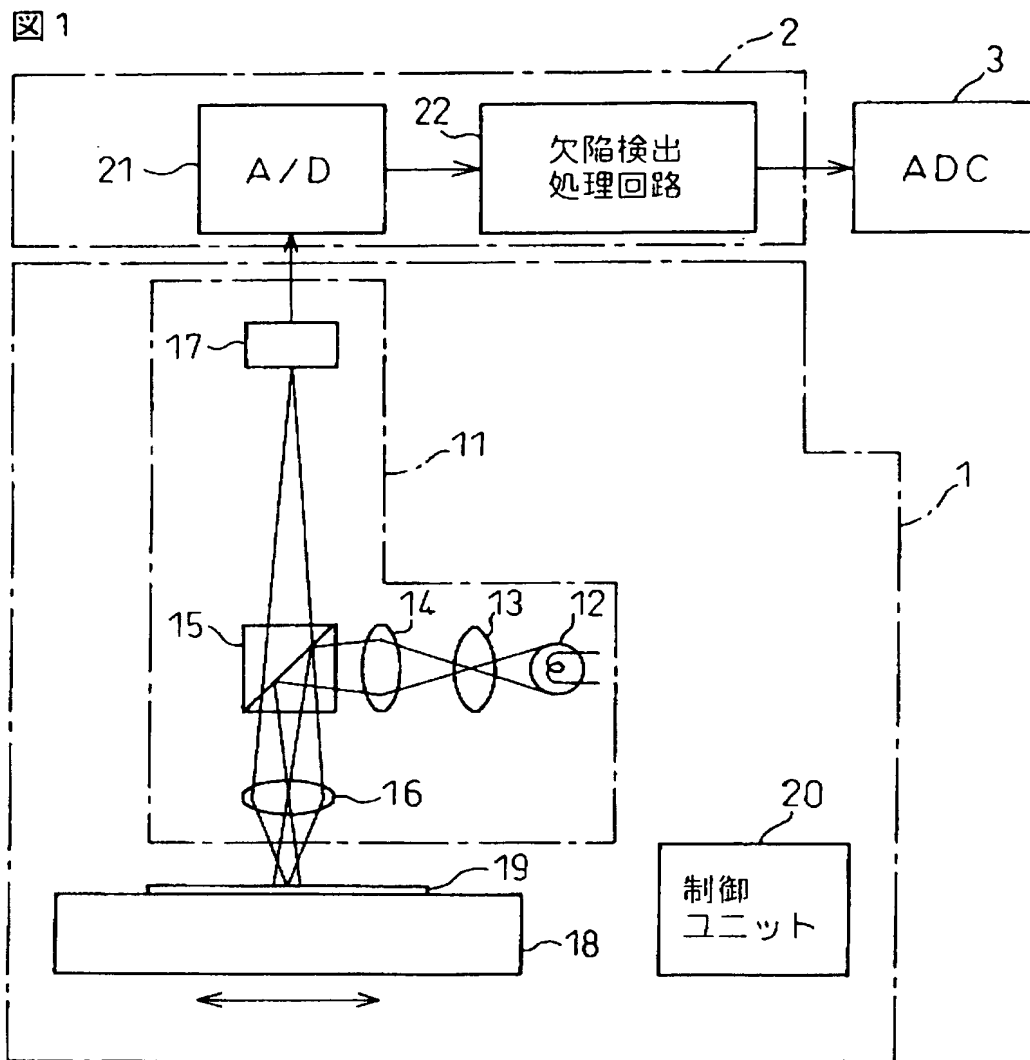
- 1 …画像生成部
- 2 …欠陥候補検出部
- 3 …自動欠陥分類部（ADC）
- 11 …光学系
- 18 …ステージ
- 21 …A/D変換器
- 22 …欠陥検出回路
- 24 …差演算部
- 25 …判定部
- 31 …しきい値設定部

3 2 …ライン部範囲・ライン方向検出部

【書類名】

図面

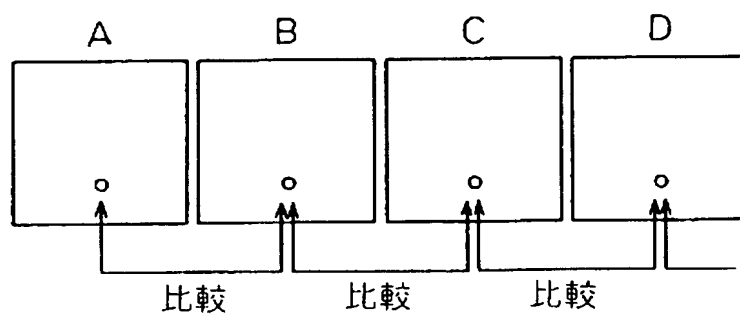
【図 1】



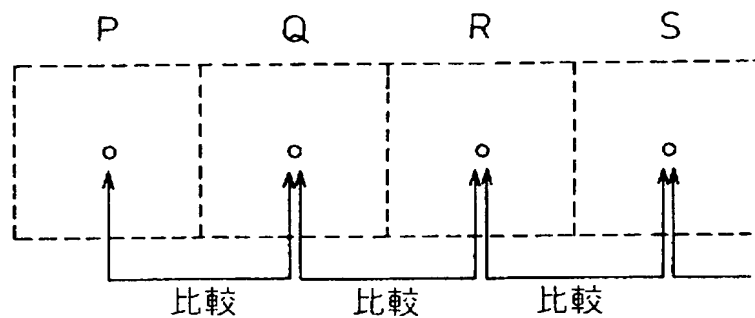
【図 2】

図 2

(A) ダイーダイ比較

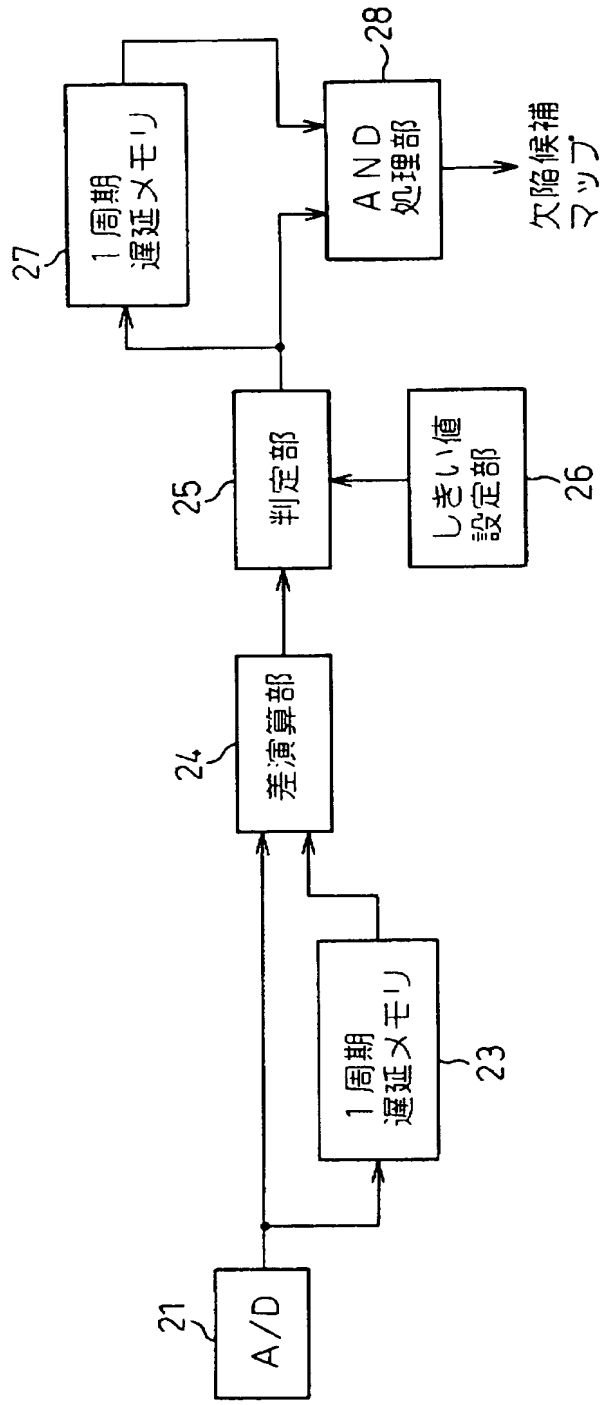


(B) セルーセル比較



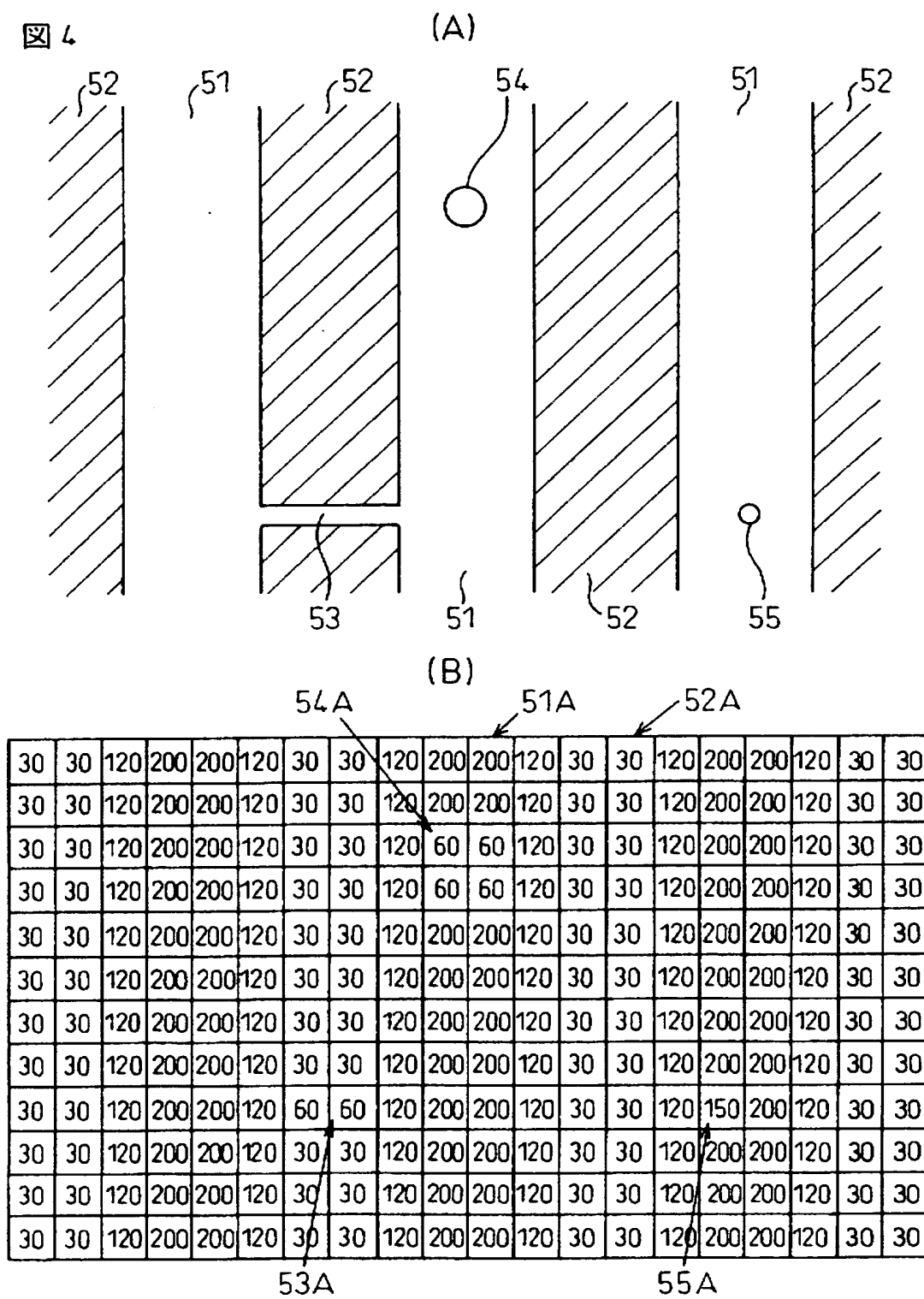
【図 3】

図 3



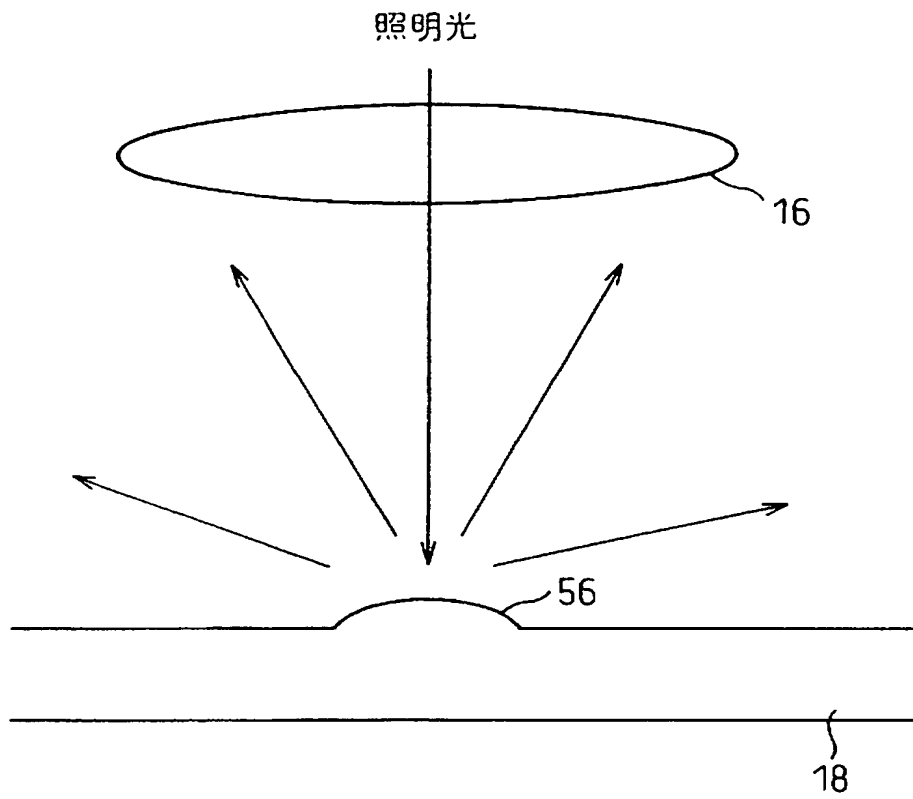
【図 4】

図 4



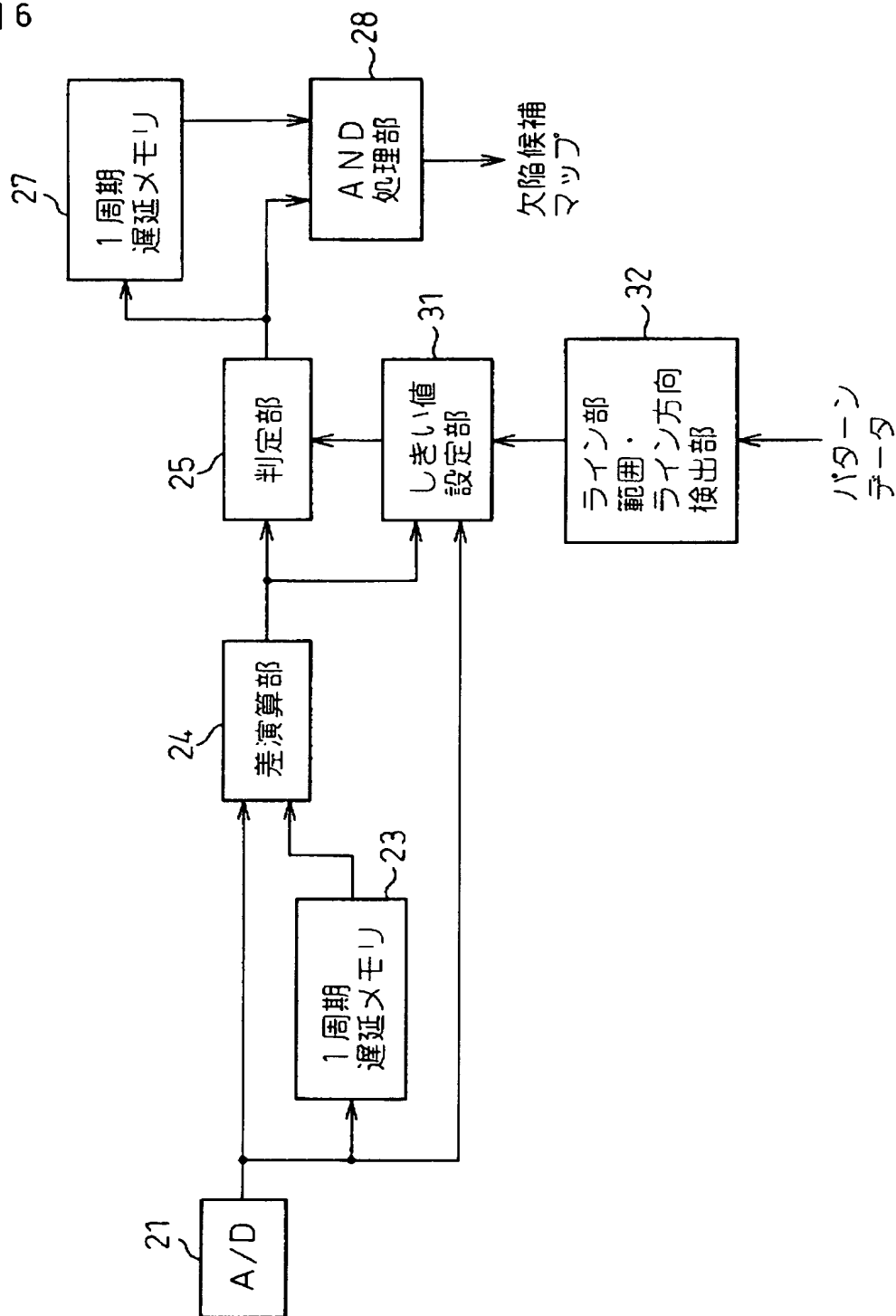
【図 5】

図 5



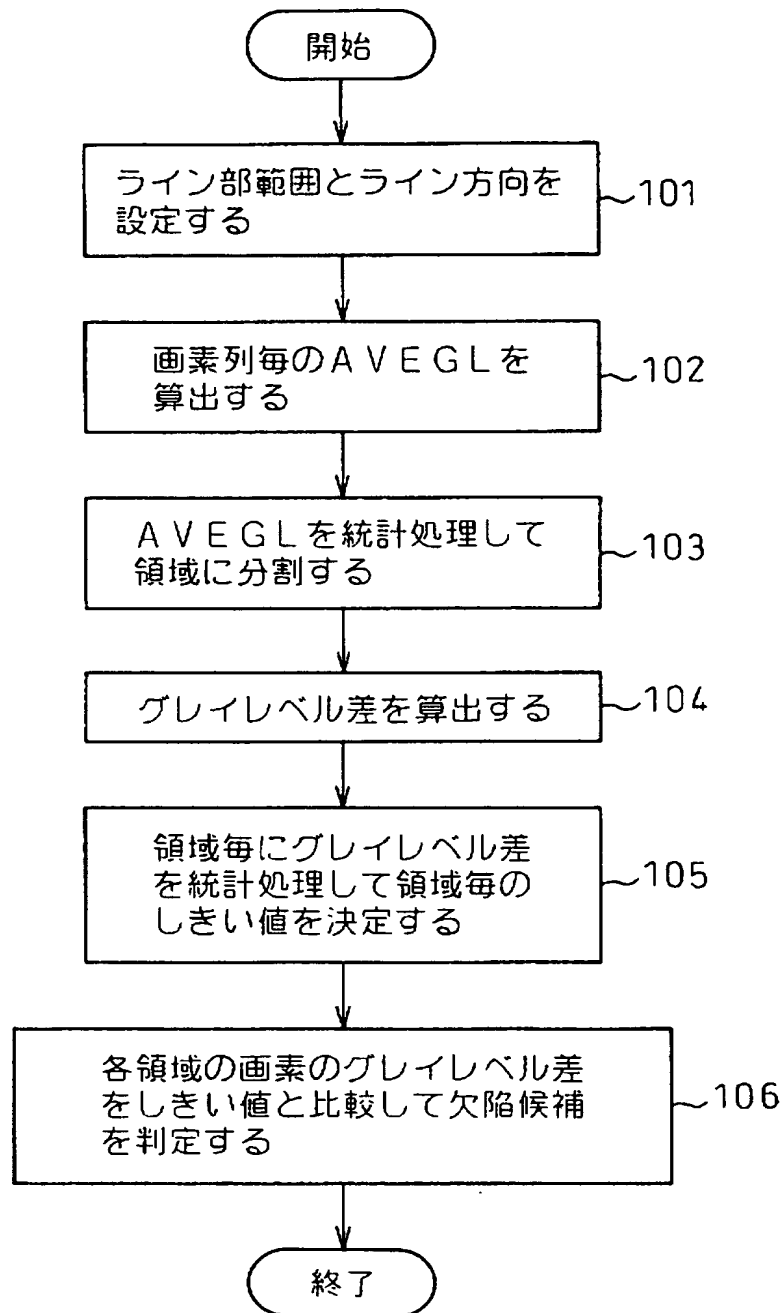
【図 6】

図 6



【図 7】

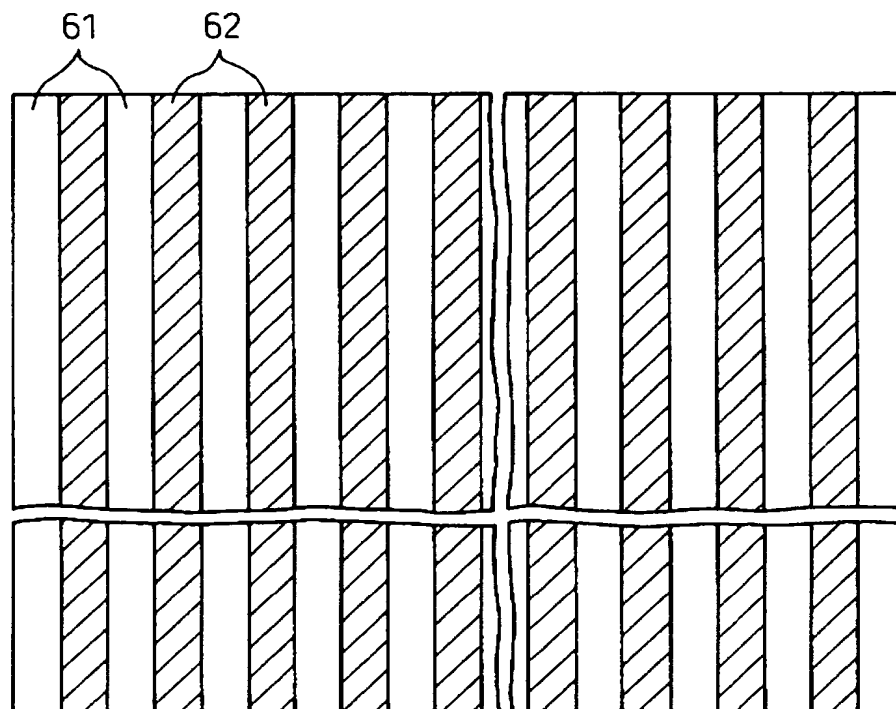
図 7



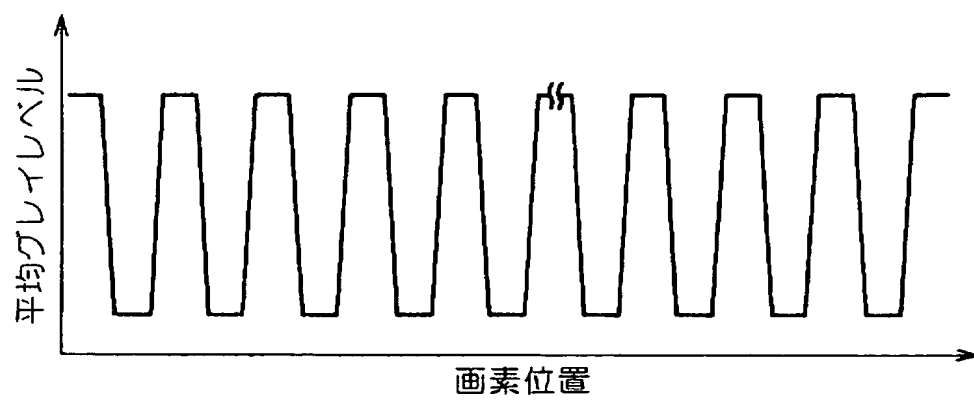
【図 8】

図 8

(A)

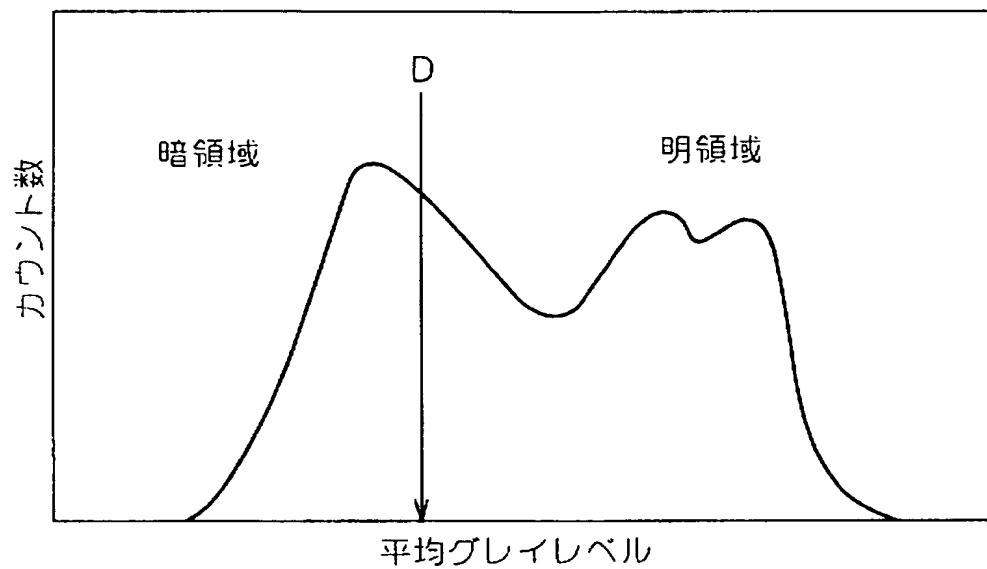


(B)



【図 9】

図 9



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 キラー欠陥は確実に検出するが、非キラー欠陥は検出しない簡単な構成のパターン検査方法及び検査装置の実現。

【解決手段】 ライン61,62が所定のピッチで繰り返されるライン部分を有する同一パターン同士を比較して不一致部を欠陥と判定するパターン検査装置であって、パターンの多値画像を生成する画像生成装置1,21と、比較する2つのパターンの差データを生成する差画像生成回路24と、ライン部分の所定範囲について、ラインが伸びる方向の画素列毎の平均グレイレベルデータを生成する平均グレイレベル生成部31と、平均グレイレベルデータを統計処理して各画素列の属する領域の種類を決定する領域種類決定部31と、領域の種類及び画素列毎の差データの統計処理結果に応じて画素列毎に閾値を決定する閾値決定部31と、各領域の差データを閾値と比較して欠陥を判定する判定部25とを備える。

【選択図】 図 6

特願 2 0 0 2 - 3 0 8 1 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 5 1 4 9 4]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都三鷹市下連雀 9 丁目 7 番 1 号

氏 名

株式会社東京精密